

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

corresponding to u.s.p. 6,120,918

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特許公報 (B 1)

(11) 特許番号

第 2 8 2 1 4 5 6 号

(45) 発行日 平成10年(1998)11月5日

(24) 登録日 平成10年(1998)8月28日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
H 0 1 F 10/16  
G 1 1 B 5/127  
5/265  
5/31

識別記号

F I  
H 0 1 F 10/16  
G 1 1 B 5/127 F  
5/265 F  
5/31 C  
K

請求項の数 1 0

(全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-9545  
(22) 出願日 平成10年(1998)1月21日  
審査請求日 平成10年(1998)1月21日  
(31) 優先権主張番号 特願平9-178214  
(32) 優先日 平9(1997)7月3日  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(73) 特許権者 390001421  
学校法人早稲田大学  
東京都新宿区戸塚町1丁目104番地  
(73) 特許権者 000004237  
日本電気株式会社  
東京都港区芝五丁目7番1号  
(73) 特許権者 000119793  
茨城日本電気株式会社  
茨城県真壁郡関城町関館字大茶367-2  
(72) 発明者 逢坂 哲彌  
東京都新宿区大久保三丁目4番1号 学校法  
人早稲田大学理工学部内  
(74) 代理人 弁理士 後藤 洋介 (外2名)

審査官 田中 友章

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜とその製造方法、及びそれを用いた複合型薄膜磁気ヘッドと磁気記憶装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 コバルト含有量が40～70重量％、鉄含有量が20～40重量％、およびニッケル含有量が10～20重量％であり、体心立方構造の $\gamma$ 相と面心立方構造の $\alpha$ 相の混晶である結晶構造を有することを特徴とするコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜。

【請求項2】 請求項1のコバルト・鉄・ニッケルの磁性薄膜において、0.1重量％以下のイオウ含有量を有し特徴とする請求項1記載のコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜。

【請求項3】 請求項2記載のコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜を製造する方法であって、有機添加剤として界面活性剤のみを含むめっき浴を用いて、3～20mA/cm<sup>2</sup>の範囲の電流密度で電気めっきを行うことを特徴とするコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜の製造方法。

2

【請求項4】 請求項1あるいは請求項2記載のコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜を製造する方法であって、前記コバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜を成膜後100～300℃の温度で熱処理を行うことを特徴とするコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜の製造方法。

【請求項5】 コバルト含有量が40～70重量％、鉄含有量が20～40重量％、およびニッケル含有量が10～20重量％であり、前記コバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜が、体心立方構造の $\gamma$ 相と面心立方構造の $\alpha$ 相の混晶となる付近での、X線回折又は電子線回折により(111)面、(200)面、及び(220)面からの回折が観測される実質的に面心立方構造を有することを特徴とするコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜。

【請求項6】 請求項5のコバルト・鉄・ニッケルの磁性薄膜において、0.1重量％以下のイオウ含有量を有

することを特徴とするコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜。

【請求項 7】 請求項 6 記載のコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜を製造する方法であって、有機添加剤として界面活性剤のみを含むめっき浴を用いて、 $3 \sim 20 \text{ mA/cm}^2$  の範囲の電流密度で電気めっきを行うことを特徴とするコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜の製造方法。

【請求項 8】 請求項 5 又は請求項 6 記載のコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜を製造する方法であって、前記コバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜を成膜後  $100 \sim 300$  °C の温度で熱処理を行うことを特徴とするコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜の製造方法。

【請求項 9】 再生用の磁気抵抗効果素子と記録用のインダクティブヘッド素子を有する複合型磁気ヘッドにおいて、前記インダクティブヘッド素子の上部磁極と下部磁極の全体または一部に請求項 1, 2, 5, 及び 6 の内のいずれかに記載のコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜を配置したことを特徴とする複合型薄膜磁気ヘッド。

【請求項 10】 請求項 9 の複合型薄膜磁気ヘッドと、保磁力  $2500$  エルステッド以上の磁気記録媒体とを備えたことを特徴とする磁気記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、磁気記憶装置用複合型薄膜磁気ヘッドの磁極材料とその製造方法、並びに磁気記憶装置用複合型薄膜磁気ヘッドとそれを用いた磁気記憶装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 磁気ディスク装置に搭載させる磁気ヘッドにおいては、高密度な磁気記録を行うため、ますます強くかつ急峻な書き込み磁界を発生する必要が生じている。

【0003】 近年では、再生用の磁気抵抗効果素子と記録用のインダクティブヘッド素子を有する複合型薄膜磁気ヘッドが、再生と記録に各々の素子を最適化できるための主力になっている。

【0004】 書き込み磁界を強くするためには、インダクティブヘッド素子の上部磁性層、あるいは上部磁性層と下部磁性層の材料は、飽和磁束密度の高い磁性材料で

なければならない。また、この磁性材料は、書き込みコイルに電流を流すことで容易に励磁される必要があり、そのためには保磁力が小さく、透磁率の高い磁性材料、すなわち良好な軟磁性材料である必要がある。

【0005】 上記インダクティブヘッド素子の上部磁性層および下部磁性層の磁性材料として従来よく用いられてきたのは、パーマロイ（商標）と呼ばれるニッケル・鉄合金膜のうち、磁歪定数が零に近いニッケル含有量  $82\%$  程度の領域のものであった。この領域のパーマロイを以下  $82$  パーマロイと呼ぶ。この  $82$  パーマロイの飽和磁束密度は  $9,000 \sim 10,000 \text{ G}$ （ガウス）程度であるが、これより飽和磁束密度の高い良好な軟磁性材料を用いれば、書き込み磁界がより強く急峻な磁気ヘッドを作ることができる。

【0006】  $82$  パーマロイ以上の飽和磁束密度を持った磁気ヘッド用軟質磁性材料として、これまで種々の材料が提案されている。特にコバルト・鉄・ニッケル三元系合金膜は保磁力、磁歪定数が小さく、さらに  $1400 \text{ G}$  以上の飽和磁束密度が得られることから、その組成および添加材について検討がなされている。

【0007】 例えば、特開平  $5-20317$  号公報には、コバルトが  $60 \sim 90$  重量％、鉄が  $3 \sim 9$  重量％ニッケルが  $5 \sim 15$  重量％であるコバルト・鉄・ニッケル膜を用いた薄膜磁気ヘッドが提案されている。

【0008】 また、特開平  $8-241503$  号公報には、コバルトが  $60 \sim 80$  重量％、鉄が  $8 \sim 25$  重量％ニッケルが  $15 \sim 25$  重量％であるコバルト・鉄・ニッケル膜を用いた薄膜磁気ヘッドが提案されている。

【0009】 また、特開平  $8-321010$  号公報には、コバルトが  $60 \sim 75$  重量％、鉄が  $3 \sim 9$  重量％ニッケルが  $17 \sim 25$  重量％であるコバルト・鉄・ニッケル膜を用いた薄膜磁気ヘッドが提案されている。

【0010】 図 6 は従来において知られている方法で作製したコバルト・鉄・ニッケル三元系合金薄膜の結晶層を示す図である。この時のめっき浴の組成および製造と実験の一例を下記表 1 に示す。

【0011】

【表 1】

応力緩和の添加剤として、サッカリンナトリウムを含む  
従来のめっき浴組成およびめっき条件の例

成分		含 有 量
浴 組 成	硫酸コバルト	0~28.1 g/l
	硫酸ニッケル	0~26.3 g/l
	硫酸鉄(Ⅱ)	0~27.8 g/l
	ほう酸	15.0 g/l
	サッカリンナトリウム	2.0 g/l
	ドデシル硫酸ナトリウム	0.01 g/l
条 件	電流密度	15.0 mA/cm <sup>2</sup>
	pH	2.8

この例に見られるように、従来この種のめっき浴においては、めっき膜の剥離を防ぐために応力緩和のための添加剤が含まれている。応力緩和のための添加剤としてはサッカリンナトリウムなどイオウを含む有機物が多く用いられている。このような添加剤は、有機物中のイオウがめっき膜中に硫化物の形で取り込まれて、引っ張り応力を緩和している。めっき膜中のイオウ不純物の濃度は0.1重量%~1重量%程度である。

【0012】上記表1の条件で作製したコバルト・鉄・ニッケル三元系合金薄膜の磁歪定数ゼロの曲線を図7に示す。

【0013】従来知られている方法で作製したコバルト・鉄・ニッケル三元系合金薄膜において、磁歪定数ゼロが得られる組成は、ほぼコバルト90重量%・鉄10重量%の点と、コバルト60重量%・ニッケル40重量%を結ぶ線、およびコバルト60重量%・ニッケル40重量%の点と、鉄18重量%・ニッケル82重量%の点を結ぶ線の上にあり、図6に示すfcc(面心立方格子)相とbcc(体心立方格子)相の混相になる曲線付近の組成とは一致しない。

【0014】上記表1の条件で作製したコバルト・鉄・ニッケル三元系合金薄膜の保磁力の分布を図8に示す。図8に示すように、保磁力が5エルステッド(Oe)以下となるのは、ほぼ図6のfcc相とbcc相混相になる領域と、図7の磁歪定数ゼロの曲線で挟まれる領域である。言い換えると、鉄含有量15重量%~50重量%程度の鉄・ニッケル二元合金から鉄含有量5重量%~20重量%程度の鉄・コバルト二元合金に向かって伸びる帯状の領域の中に限定される。

【0015】先に挙げた従来の技術、特開平5-263170号公報、特開平8-241503号公報、および特開平8-321010号公報の組成は、いずれも上記帯状の領域の中に入るものである。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】上述のコバルト・鉄・ニッケル膜は、いずれも鉄の含有量が25重量%以下の

組成のものであり、これらの組成領域では、得られる膜の飽和磁束密度は14,000~18,000 Gauss(G)程度であり、これ以上の飽和磁束密度は実現できない。

【0017】高密度記録を可能にするためには、磁気ヘッドのインダクティブヘッド素子に用いる磁性層にさらに大きな飽和磁束密度を持つ材料を採用する必要がある。

【0018】本発明は、このような問題点を克服するためのものであり、その技術的課題は、保磁力および磁歪定数が小さく、かつ20,000 G以上の飽和磁束密度をもつ軟磁性膜として、コバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜とその製造方法、及びそれを用いた複合型薄膜磁気ヘッドと磁気記憶装置とを提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】前記技術的課題を達成するために、本発明のコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜では、コバルト含有量が40~70重量%、鉄含有量が20~40重量%、およびニッケル含有量が10~20重量%であり、体心立方構造の $\gamma$ 相と面心立方構造の $\alpha$ 相の混晶である結晶構造を有することを特徴とする。

【0020】また、本発明のコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜では、コバルト含有量が40~70重量%、鉄含有量が20~40重量%、およびニッケル含有量が10~20重量%であり、前記コバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜が体心立方構造の $\gamma$ 相と面心立方構造の $\alpha$ 相の混晶付近の組成において、面心立方構造(fcc)を示し、X線回折や電子線回折により(111)面、(200)面、及び(220)面の高次の回折まで観測されることを特徴とする。

【0021】また、本発明のコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜では、前記コバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜では、0.1重量%以下のイオウ含有量を有することを特徴とする。

【0022】また、本発明のコバルト・鉄・ニッケルの磁性薄膜の製造方法では、有機添加剤として界面活性剤

20

30

40

50

のみを含むめっき浴を用いて、 $3 \sim 20 \text{ mA/cm}^2$  の範囲の電流密度で電気めっきを行うことを特徴とする。

【0023】また、本発明のコバルト・鉄・ニッケルの磁性薄膜製造方法では、前記記載のコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜を成膜後  $100 \sim 300^\circ\text{C}$  の温度で熱処理を行うことを特徴とする。

【0024】また、本発明の再生用の磁気抵抗効果素子と記録用のインダクティブヘッド素子を有する複合型磁気ヘッドにおいて、前記インダクティブヘッド素子上部磁極と下部磁極の全体または一部に前記のコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜を配置することを特徴とする。

【0025】また、本発明の磁気記憶装置は、前記複合型薄膜磁気ヘッドと、保磁力  $2500 \text{ Oe}$  ステッド ( $\text{Oe}$ ) 以上の高保磁力磁気記録媒体とを備えていることを特徴とする。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0027】図1は本発明の第1の実施の形態による複合型薄膜磁気ヘッドの要部を示す断面図である。図1に示すように、複合型薄膜磁気ヘッドは、インダクティブヘッド素子を形成する上部磁性層2および下部磁性層3にコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜を配置している。このコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜は、絶縁層1、6上にスパッタなどにより下地メッキを施した上に後述するように、電気めっきによって形成されている。

【0028】上部磁性層2および下部磁性層3の膜厚は、うず電流による高周波での透磁率低下を避けるため  $6 \mu\text{m}$  以下であり、好ましくは  $3 \mu\text{m}$  程度である。

【0029】図1に示す複合型薄膜磁気ヘッドは、下部磁性層3とギャップ層1が積層され、その上にパターンニングした絶縁層4と導体層からなる書き込みコイル5を配置し、それらの上に上部磁性層2が積層されて成る記録用ヘッドと、下シールド層8の上に2つのギャップ層6に挟まれた磁気抵抗効果素子7を配置し、それらの上に上シールド層3'が積層されて成る再生用ヘッドとからなる。本第1の実施の形態では、下部磁性層3と上シールド層3'は同一のものである。ここで、下シールド層8はアルミナ・チタンカーバイトからなる基板13上にスパッタ等により形成されたアルミナからなる被覆層12上に形成されている。さらに、上部磁性層2上は、スパッタ等によって形成されたアルミナからなる被覆層11によって覆われている。

【0030】このように構成された複合薄膜磁気ヘッドは、飽和磁束密度が高いコバルト・鉄・ニッケル三元系合金薄膜を有する効果で、従来のヘッドに比べて高い書き込み能力を持つ。飽和磁束密度の高い材料を上部磁性層2と下部磁性層3に用いることで、これらの磁性層が磁氣的に過度に飽和することなく強い磁界強度および高い磁界勾配を発生することができる。その結果、保磁力

の大きな磁気ディスク媒体に低ノイズで分解能の高い磁気記録パターンを書き込むことができる。

【0031】ところで、従来の複合型薄膜磁気ヘッドは、磁気ディスク表面とヘッドの隙間を平均で  $40 \sim 70 \text{ nm}$  程度にして、保磁力  $2,200 \sim 2,500 \text{ Oe}$  程度の磁気ディスクに書き込みを行っていた。

【0032】本発明の複合型薄膜磁気ヘッドは、書き込み能力が高いため、磁気ディスク表面とヘッドの隙間を同等に保ちながら、 $2,500 \text{ Oe}$  以上の高い保磁力を持つ磁気ディスク媒体と組み合わせることにより、より記録密度の高い磁気ディスク装置を得ることができる。

【0033】なお、上部磁性層2は、形状が複雑なため、下部磁性層3より局所的な磁気飽和が早く始まる。

【0034】従って、本発明のコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜は、上部磁性層のみに適用して、下部磁性層3はパーマロイで製造しても、同様の作用によりある程度書き込み能力を高める効果は認められる。

【0035】図2は本発明の第2の実施の形態による複合型薄膜磁気ヘッドの要部を示す断面図である。図2に示すように、インダクティブヘッド素子のギャップ層を形成する記録用の上部磁性層2、10あるいは上部磁性層2、10と下部磁性層3、9の一部として、コバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜9、10を夫々配置している。なお、第1の実施の形態と同様に、符号11、12はアルミナからなる被覆層であり、符号13はアルミナ・チタンカーバイトからなる基板である。

【0036】第2の実施の形態において、コバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜9、10は下部磁性層3、9のギャップ層1側及び上部磁性層2、10のギャップ層1側に厚さ  $0.3 \mu\text{m}$  で配置されている。

【0037】上部磁性層2、10および下部磁性層3、9の残りの部分2、3はパーマロイで形成されており、その厚さは  $3 \sim 5 \mu\text{m}$  である。このように構成された第2の実施の形態における複合型薄膜磁気ヘッドにおいて、コバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜9、10を、 $0.1 \mu\text{m}$  まで薄くしても書き込み能力向上の効果が認められた。

【0038】ここで、下部磁性層3、9のギャップ層1側に配置されたコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜9は、削除しても、同様の作用によりある程度書き込み能力を高める効果は認められる。但し、下部磁性層3、9をすべてパーマロイにした場合は、上部磁性層2、10のコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜10の膜厚を  $0.5 \mu\text{m}$  以上にしても、ヘッドの発生する磁界は飽和磁束密度の比ほどは大きくならず、計算上は  $20\%$  程度の増加にとどまる。但し、磁界勾配は、上部磁性層2、10の磁氣的な飽和が解消されるため大幅に改善される。

【0039】次に図1及び図2に示す複合ヘッドに用いたコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜の製造について更に

具体的に説明する。

【0040】図3はサッカリンを含まないめっき浴を用いて作製したコバルト・鉄・ニッケル三元系合金薄膜の結晶層を示す図である。この時のめっき浴の組成および\*

\*めっき条件の一例を下記表2に示す。

【0041】

【表2】

応力緩和剤を含まない本発明のめっき浴組成  
およびめっき条件の例

	成 分	含 有 量
浴 組 成	硫酸コバルト	8.4~24.6 g/l
	硫酸ニッケル	52.6 g/l
	硫酸鉄(Ⅱ)	1.4~12.5 g/l
	ほう酸	15.0 g/l
	ドデシル硫酸ナトリウム	0.01 g/l
条 件	電流密度	15.0mA/cm <sup>2</sup>
	pH	2.8

図4は、上記表2の条件で作製した本発明のコバルト・鉄・ニッケル三元系合金薄膜における、磁歪定数ゼロの曲線を示す。この場合の磁歪定数ゼロの組成は、ほぼコバルト80重量%・鉄20重量%の点と、コバルト60重量%・鉄10重量%・ニッケル30重量%を結ぶ線の上にある。サッカリンナトリウムを応力緩和の添加剤として加えた図7の場合に比べて、鉄含有量が10重量%程度多い側に移動する。

【0042】図5には、上記表2の条件で作製した本発明のコバルト・鉄・ニッケル三元系合金薄膜における、保磁力の分布を示す。この場合、コバルト30~70重量%・鉄30~50重量%・ニッケル10~20重量%の領域で保磁力が2.5 Oe以下になり、良好な軟磁気特性が得られる。

【0043】図5と図8を比較すると、応力緩和の添加剤を含まないめっき浴を用いて作製したコバルト・鉄・ニッケル三元系合金薄膜で良好な軟質磁気特性が得られる組成領域は、サッカリンナトリウムを応力緩和の添加剤として加えたコバルト・鉄・ニッケル三元系合金薄膜で良好な軟磁気特性が得られる組成に比べて、ニッケル含有量が30~40重量%程度少なく、コバルト含有量が30~40重量%程度多い組成領域になっている。

【0044】前述したように、応力緩和の添加剤いた表1の条件で作製した場合、fcc相とbcc相の混相になるのは、コバルト80重量%と・鉄20重量%の点と鉄50重量%・ニッケル50重量%の点を結ぶ曲線付近のごく狭い領域である。これに対して応力緩和の添加剤を用いない場合、fcc相とbcc相の混相が得られる領域はかなり広く、コバルト80重量%と・鉄20重量%の点と鉄70重量%・ニッケル30重量%の点を結ぶ曲線付近で、コバルト30~70重量%・鉄20~50重量%・ニッケル10~20重量%の幅広い領域に広が

っている。

【0045】このように、応力緩和の添加剤を含まないめっき浴を用いて作製した本発明の場合に、保磁力の小さい領域がニッケルの少ない側に移動するのは、主にfccとbcc相の混相領域がニッケルの少ない側に移動したことに起因すると考えられる。

【0046】また、磁歪ゼロラインが鉄含有量の多い側にずれたことも、本発明による応力緩和の添加剤を含まないめっき浴を用いて作製したコバルト・鉄・ニッケル三元系合金薄膜が幅広い領域で良好な軟磁気特性を示す要因の一つであると考えられる。

【0047】一般に、コバルト・鉄・ニッケル三元系合金においては、ニッケルの磁気モーメントへの寄与が鉄およびコバルトに比べて小さいため、ニッケルの含有量が少ない組成の方が、飽和磁束密度が大きくなる。その結果、サッカリンナトリウム等の応力緩和の添加剤を含まないめっき浴を用いて作製したコバルト・鉄・ニッケル三元系合金膜において良好な軟磁性が得られる組成での飽和磁束密度は、サッカリンナトリウムを応力緩和の有機添加剤として含むめっき浴を用いて作製したコバルト・鉄・ニッケル三元系合金膜組成において良好な軟質磁気特性が得られる組成での飽和磁束密度に比べて5,000~8,000Gほど大きな値が得られる。

【0048】また、良好な軟磁気特性が得られる結晶領域は、fcc相とbcc相の混相領域のみではなく、fcc相とbcc相の混相領域付近において、fcc相が大きく支配する領域にもまたがっていた。本発明のコバルト・鉄・ニッケル三元系合金膜では、X線回折や電子線回折の結果からもfccの結晶状態を示す(111), (200)の他に(220)からの回折が得られた。一方、サッカリンナトリウム等の有機応力緩和剤を用いたコバルト・鉄・ニッケル三元系合金膜ではfcc

の結晶状態を示す(111), (200)の回折パターンは得られたものの(220)の回折パターンが得られておらず、結晶性が劣っていることがわかった。このように結晶性が劣っていることは軟磁気特性、さらには飽和磁束密度の低下、また耐蝕性の低下にもつながる。

【0049】本発明の添加剤を含まないコバルト・鉄・ニッケル三元系合金膜はこのような結晶性の観点からも優れた膜が得られる。

【0050】以上述べたように、本発明の製造方法で製したコバルト・鉄・ニッケル三元系合金薄膜は、これまで

にない大きな磁束密度と優れた軟磁気特製を兼ね備えている。  
【0051】ここで、上述の製造方法においては、サッカリンナトリウム等の応力緩和の有機添加剤を含まないめっき浴を用いるため、電流密度が高い場合には、膜の応力が大きく、パターンめっきをした際に剥離するという問題がある。この大きな応力による膜の剥離は電流密度を下げることにより防ぐことができる。例えば、上記表2の条件でパターンめっきを行った場合、電流密度20mA/cm<sup>2</sup>ならば、膜厚0.3μmまで、電流密度\*20

応力緩和剤を含まない本発明のめっき浴組成  
およびめっき条件の例

	成 分	含 有 量
浴 組 成	硫酸コバルト	8.4~24.6 g/l
	硫酸ニッケル	52.6 g/l
	硫酸鉄(II)	1.4~12.5 g/l
	ほう酸	15.0 g/l
	塩化アンモニウム	15.0 g/l
	ドデシル硫酸ナトリウム	0.01 g/l
条 件	電流密度	3.0mA/cm <sup>2</sup>
	pH	2.5

上記表3の例においても、上記表2の例と同様の効果が得られた。

【0055】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、高い飽和磁束密度と優れた軟磁気特製を兼ね備えた磁性薄膜の組成と結晶構造およびその製造方法を与える。

【0056】また、本発明の磁性薄膜製造方法によれば、コバルト含有量が30~70重量%、鉄含有量が20~50重量%、ニッケル含有量が10~20重量%で、結晶構造が体心立方構造のγ相と面心立方構造のα相の2相からなる、あるいは体心立方構造のγ相と面心立方構造のα相の2相付近の面心立方構造が大きく支配する層からなる磁性薄膜を製造することができる。この磁性薄膜は、19,000~22,000Gという高い飽和磁束密度と、保磁力2.5 Oe以下という優れた軟磁性膜を持つ。従って、この軟磁性膜をインダクティ

\*10mA/cm<sup>2</sup>ならば、膜厚0.1μmまで、電流密度3mA/cm<sup>2</sup>ならば、膜厚2.0μmまでのコバルト・鉄・ニッケル三元系合金薄膜を形成できることが確認された。また、本発明のコバルト・鉄・ニッケル三元系合金薄膜は、熱処理により優れた耐蝕性を示すことも発見された。

【0052】例えば、電流密度3mA/cm<sup>2</sup>で作製したコバルト・鉄・ニッケル三元系合金薄膜の孔蝕電位は-250mVであるのに対し、200℃、1時間の真空中熱処理を施したコバルト・鉄・ニッケル三元系合金薄膜の孔蝕電位は-40mVと改善された。この熱処理の耐蝕性への効果は、100℃以上の温度から観測された。このような優れた耐蝕性はサッカリンナトリウム等の有機添加剤を使用したコバルト・鉄・ニッケル三元系合金薄膜では得られなかった。

【0053】また、本発明の応力緩和剤を含まないめっき浴組成およびめっき条件の他の例を下記表3に示す。

【0054】

【表3】

ブヘッド素子に使った複合型薄膜磁気ヘッドは、従来のヘッドに比べ発生磁界および磁界勾配を大きくできるため、高保磁力媒体と組み合わせることにより、磁気記憶装置の記録密度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態による複合型薄膜磁気ヘッドの要部を示す断面図である。

【図2】本発明の第2の実施の形態による複合型薄膜磁気ヘッドの要部を示す断面図である。

【図3】本発明のコバルト・鉄・ニッケル三元系合金薄膜の結晶相を示す図である。

【図4】本発明のコバルト・鉄・ニッケル三元系合金薄膜の保磁力の等高線を示す図である。

【図5】本発明のコバルト・鉄・ニッケル三元系合金薄膜の磁歪定数ゼロのラインを示す図である。

【図6】従来技術による方法で作製したコバルト・鉄・

ニッケル三元系合金薄膜の結晶相を示す図である。

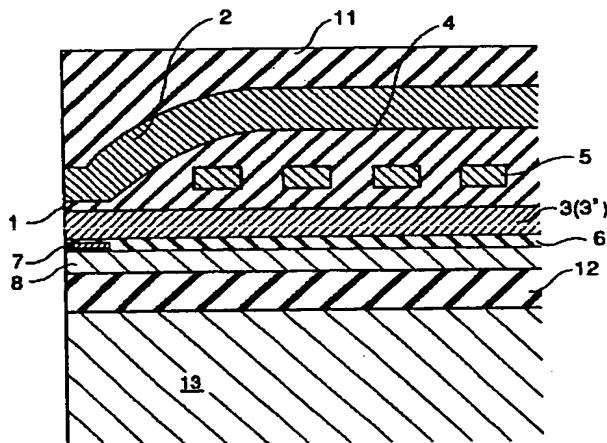
【図 7】従来技術による方法で作製したコバルト・鉄・ニッケル三元系合金薄膜の磁歪定数ゼロのラインを示す図である。

【図 8】従来技術による方法で作製したコバルト・鉄・ニッケル三元系合金薄膜の保磁力の等高線を示す図である。

【符号の説明】

- 1 ギャップ層（絶縁層）
- 2 上部磁性層
- 3 下部磁性層
- 3' 上シールド層
- 4 絶縁層
- 5 書き込みコイル
- 6 絶縁層
- 7 磁気抵抗効果素子
- 8 下シールド層
- 9 下部磁性層（コバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜）
- 10 上部磁性層（コバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜）
- 11, 12 被覆層

【図 1】

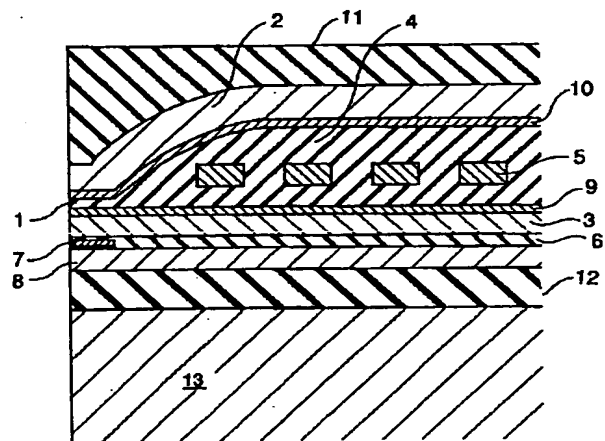


【要約】

【課題】 保磁力および磁歪定数が小さく、かつ 20,000 G 以上の飽和磁束密度をもつ軟磁性膜として、コバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜とその製造方法、及びそれを用いた複合型薄膜磁気ヘッドと磁気記憶装置とを提供する。

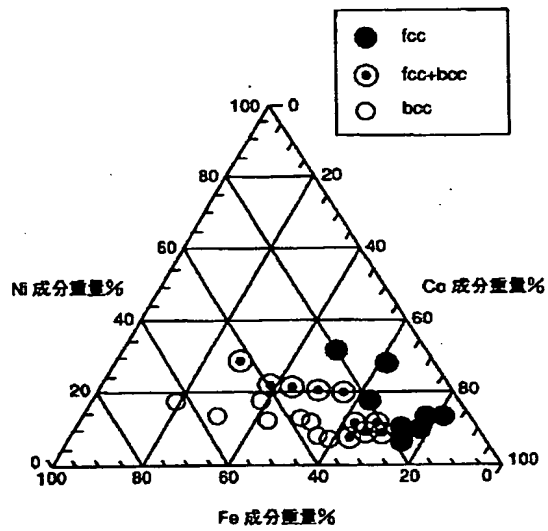
- 【解決手段】 上部磁性層 2 及び下部磁性層 3 又は上シールド層 3' を形成するコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜は、コバルト含有量が 40～70 重量％、鉄含有量が 20～40 重量％、およびニッケル含有量が 10～20 重量％であり、体心立方構造の  $\gamma$  相と面心立方構造の  $\alpha$  相の混晶である結晶構造を有する。また、これらコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜は、コバルト含有量が 40～70 重量％、鉄含有量が 20～40 重量％、およびニッケル含有量が 10～20 重量％であり、前記コバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜 9, 10 が、体心立方構造の  $\gamma$  相と面心立方構造の  $\alpha$  相の混晶となる付近での、X 線回折又は電子線回折により (111) 面、(200) 面、及び (220) 面からの回折が観測される実質的に面心立方構造を有する。

【図 2】

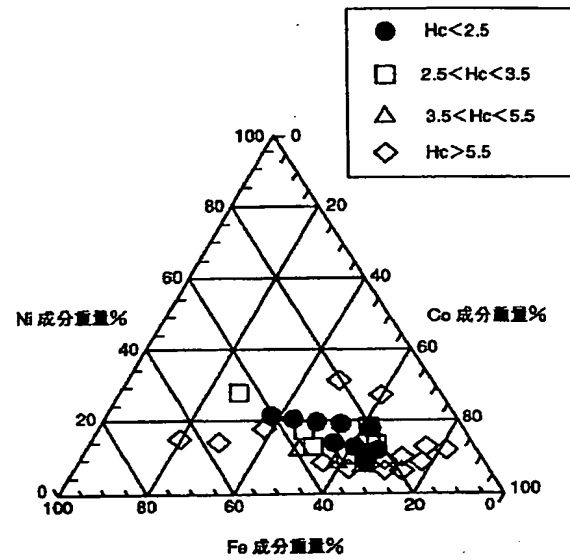




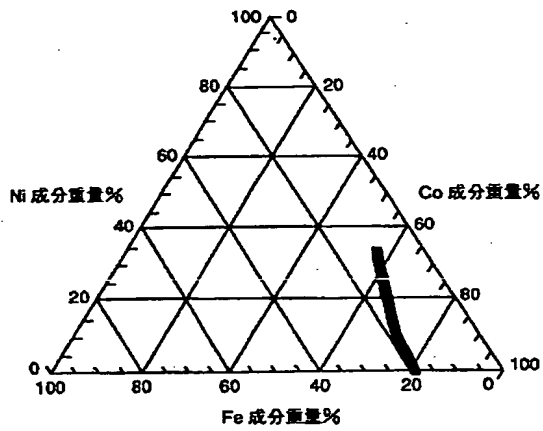
【図 3】



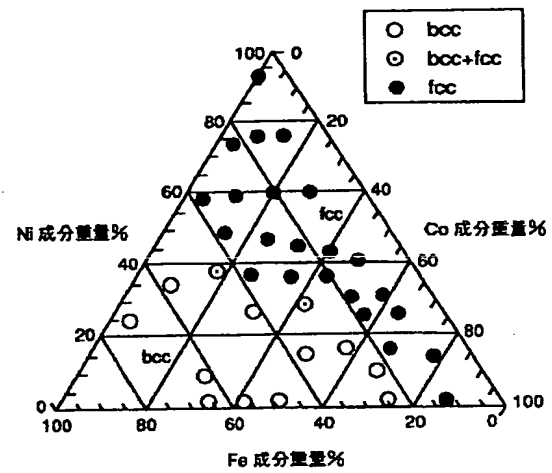
【図 4】



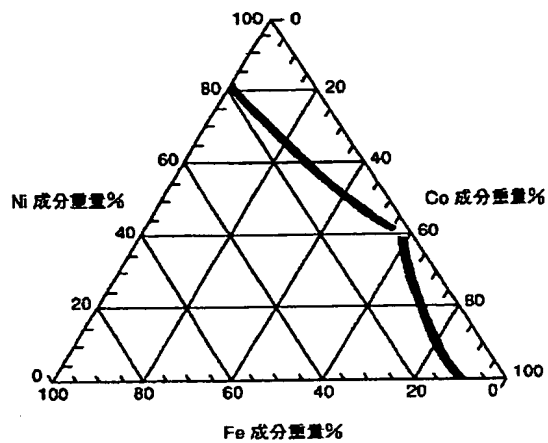
【図 5】



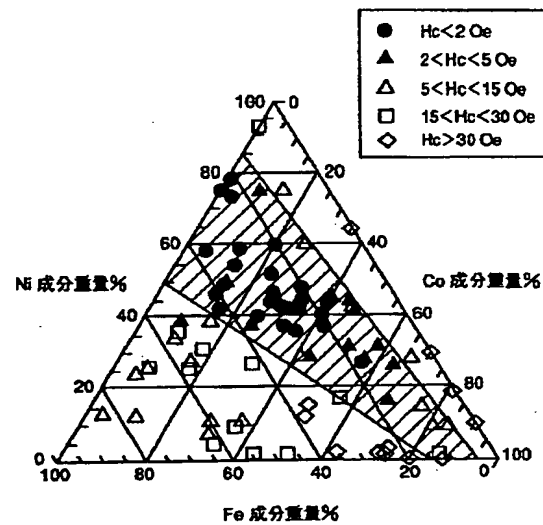
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

H 0 1 F 41/26

識別記号

F I

H 0 1 F 41/26

(72) 発明者 斎藤 美紀子  
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気  
株式会社内

(72) 発明者 山田 一彦  
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気  
株式会社内

(72) 発明者 大橋 啓之  
茨城県真壁郡関城町関館字大茶 367 の 2  
茨城日本電気株式会社内

(72) 発明者 安江 義彦  
茨城県真壁郡関城町関館字大茶 367 の 2  
茨城日本電気株式会社内

(56) 参考文献 特開 平 7 - 3489 (J P, A)

(58) 調査した分野 (Int. Cl. <sup>6</sup>, D B 名)

H01F 10/16  
G11B 5/127  
G11B 5/265  
G11B 5/31  
H01F 41/26